维普资讯 http://www.cqvip.com



# 吉林省夹皮沟成矿带新立屯金异常地球化学含矿性评价

成杭新 苏文利 李应桂 史长义

(国土资源部地球物理地球化学勘查研究所·廊坊·065000)

用土壤测量对新立屯1:5万水系沉积物金异常进行检查，圈出3条Au、Ag、Hg、Sb、F、Pb、Sn在空间上相互重叠的多元素异常带。对地表异常的地质观测和初步的槽探揭露，发现这3条异常带基本与两条矿化蚀变带相对应，并在局部地段圈出具工业价值的Au矿体。对这些土壤异常含矿性的地球化学评价表明，新立屯工区的土壤异常主要是由盲矿体所致，推测盲矿体的埋深在100 m～200 m之间，预计钻孔在150 m～200 m孔段，可打到主矿体的中上部位。

关键词 金异常 地球化学评价 新立屯

## 1 区域地质、地球化学概况

新立屯异常区位于长白山与张广才岭交接地带，区内原始森林密布，中深切割，河川发育，是我国尚存的为数不多的原始森林区之一。测区内绝大部分地区均为第四系覆盖，植被十分发育，主要工作地段土壤覆盖不厚，一般在0.5 m～2 m之间，局部地段地表可见基岩露头。

新立屯异常区地处华北地台北缘，位于胶辽台隆铁岭—靖宇隆起的东端，属北西向夹皮沟成矿带中段(图1)。区域上出露的地质体主要为太古宙—元古宙中深变质岩系，即五道砬子河组、扬家店组、三道沟组。其中三道沟组与金成矿关系密切，与元古代混合花岗岩构成花岗绿岩带，共同组成夹皮沟金成矿带。区内Au矿床、矿点几乎均受北西向的夹皮沟韧性剪切带控制(图1)，该韧性剪切带长大于50 km，宽大于1.5 km，糜棱岩化较强，糜棱叶理极为发育，叶理总体走向315°，倾向NE，倾角一般为40°～60°，局部呈舒缓波状。该剪切带也控制了唐胡店沟变质二长花岗岩的展布，对金矿床的分布具有明显的控制作用。区内岩浆活动频繁，元古代混合花岗岩、中生代中—酸性脉岩与矿化关系密切。在新立屯工区已发现两条北西向构造蚀变带，其中东侧的蚀变带控制着庙岭、二道沟金矿，西侧的蚀变带经初步踏勘新发现金工业矿体一条。

1:20万水系沉积物测量表明，Au元素从夹皮沟金矿田西北端冰湖沟起至东南端八家子之间形成了巨大而完整的主体异常，异常空间分布范围与夹皮沟金矿田北西向韧性剪切带范围基本混合[1]。其中以2.4 ng/g圈定的Au外带异常指示矿田成矿作用所影响的范围，用4.8 ng/g圈定的中带异常则基本反应皮沟金矿田分布范围，而用9.6 ng/g的内带异常则指示出金矿床的赋存部位，区内已知的13个金矿床均位于内带异常分布范围内(图1)。

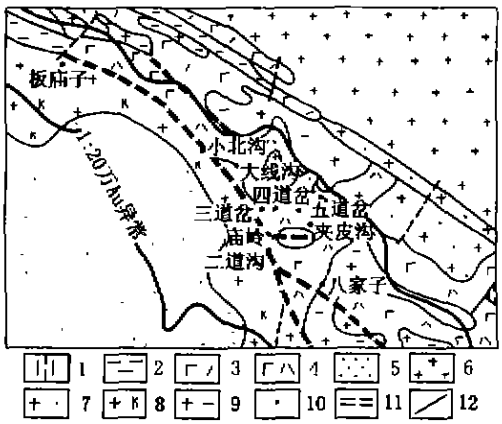


图1 吉林省夹皮沟金矿田地质略图

(据孟繁文，1990修改)

1—侏罗系；2—色洛河群；3—夹皮沟绿岩带上部层位；4—夹皮沟绿岩带下部层位；5—太古宙高级变质岩；6—燕山期花岗岩；7—华力西期花岗岩；8—五台—中条期钾质花岗岩；9—阜平期英云闪长岩—奥长花岗岩；10—金矿床；11—韧性剪切带；12—断层

## 2 工区土壤测量地球化学异常特征

新立屯工区地质工作程度较高。本次工作的重点在庙岭、二道沟金矿床的南侧。区内均为残坡积物覆盖，覆盖厚度在0.5 m～10 m之间，且森林、植被极为发育，局部地段地表偶见基岩出露。为对新立屯地区1:5万水系沉积物金异常进行追踪评价，采用(640～320～160～80)m×(40～20)m的采样密度在新立屯工区东、西两带进行土壤测量，采集土壤样品205件，分析测试了Au、Ag、As、Sb、Hg、F、Pb、Zn、Mo等9个元素，测量结果如图2。

本文1998年4月收到，王延忠编辑。

维普资讯 http://www.cqvip.com



2.1　Au、Ag地球化学异常特征

从图2a中可以看出，在新立屯工区东带用5 ng/g圈出的金异常可以分为两个带，这两个带的异常整体形态呈条带状分布，异常走向在310°～330°之间。其中①号金异常带规模巨大，NW、SE两端还未封闭，目前控制长度大于2.6 km，异常宽在40 m～230 m之间。异常具有明显的浓集中心，但强度不大，呈现复合分枝、尖灭再现的特点。以20 ng/g圈出的高浓度带主体出现在47～48测线之间，其长度大于1200 m，宽在40 m～160 m之间。在31线的34～42号采样点之间和143线的18号采样点分别出现该异常带的第二、三个高浓度带；②号金异常带基本与①号金异常带平行，呈不连续、尖灭再现的条带状分布在①号金异常带的东侧，异常浓度分带也十分明显。综观这两个异常带的总体分布态势，发现①号金异常带在空间上基本与②、③矿化蚀变带的分布范围和方向相一致，而②号金异常带反应的则是①号矿化蚀变带。

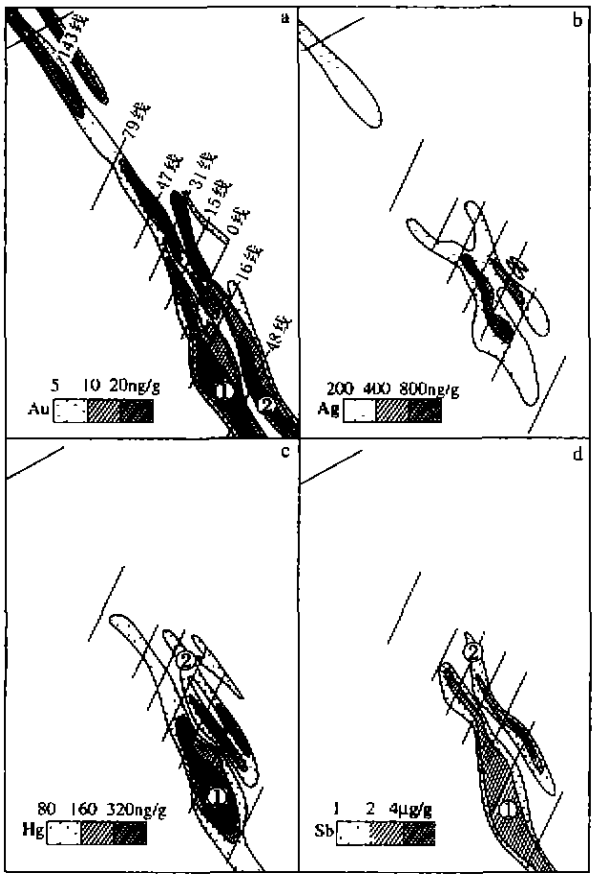


图2　新立屯地区土壤测量Au、Ag、Hg、Sb异常图

从图2b中可以看出，Ag异常主要分布在47线以南，异常长1000余m，宽在40 m～330 m之间，其中200 ng/g～400 ng/g的异常主要出现在31～16线之间，800 ng/g圈出的高浓度带出现在16～15线之间，基本与①号金异常带的高浓度带重叠，但规模较①号金异常带小。

2.2　Hg、Sb、F地球化学异常特征

图2c、图2d展示的是Hg、Sb地球化学异常分布图。从图中可以看出，Hg、Sb具有极其类似的分布规律，异常规模较大。其中Hg异常浓集中心明显，浓度分带极为清晰；尽管Sb异常无明显的浓集中心，但浓度分带清晰可辨。两元素异常主体部分均分布在47线以南地段，与金异常的分布相类似，可以分为两个异常带，①、②号Hg、Sb异常带在空间上分别与①、②金异常带分布相一致。与金异常分布规律有所不同的是Hg、Sb异常带形态比较规整，不具有复合分枝、尖灭再现的特点。同时相对应的地质体也与金异常有所区别，其中①号Hg、Sb异常带主要反映出③号矿化蚀变带的分布范围，②号Hg、Sb异常带则与①矿化蚀变带相一致，而②号矿化蚀变带则无Hg、Sb异常。

与Hg、Sb地球化学异常分布规律不同的是F异常分布在①、②、③号矿化蚀变带两侧，异常规模基本与Au一致，但异常无明显浓度分带。在31线以南地段的③号矿化蚀变带上方出现F异常(图3a)。

2.3　Pb地球化学异常特征

与金异常分布规律相类似，Pb异常也可分两个异常带，其中①号Pb异常带与①号金异常带基本重叠，但其高浓度带规模较金小。②号Pb异常带规模远较②号金异常带小，它仅在31线到16线之间出现Pb异常。与Hg、Sb异常带相同的是，在②号矿化蚀变带上方无Pb异常出现(图3b)。

2.4　Mo地球化学异常特征

土壤中Mo异常不明显，异常规模和强度均较小，异常浓度分带也不发育。异常从31线往南沿③号矿化蚀变带分布(图3c)。

从Au、Ag、Hg、Sb、F、Pb、Mo元素的土壤异常分布规律和地质特征来看，47线以南的①、②号金异常带的高浓度带分布范围应是新立屯工区寻找金、银矿体的最有利地段。

## 3　土壤异常槽探揭露初步地质成果

与土壤异常相对应的是，通过槽探揭露，在新立屯工区东带，发现3条规模较大的矿化蚀变带(图3d)。矿化蚀变带主要产于变质二长花岗岩、英云闪长岩或变质二长花岗岩与石英闪长岩的接触带上，总体走向310°～330°，倾向北东，倾角50°～70°。矿

维普资讯 http://www.cqvip.com



石为贫硫化物石英脉型，局部为硅化蚀变岩型。金属矿物以黄铁矿、方铅矿为主，次为闪锌矿、黄铜矿，围岩蚀变以硅化、碳酸盐化为主，次为绢云母化、钾化、高岭土化等。东带矿化蚀变带通过初步的槽探揭露，目前已控制矿化蚀变带长度大于 3.3 km，含矿性变化较大，沿走向具有分枝复合的特点。其中：

① 号矿化蚀变带：控制长 750 m，矿化蚀变带宽 0.2 m～5.0 m，平均宽 2.5 m，矿体控制长 度为 160 m，宽 0.20 m～1.20 m，金最高品位 $29.60\times10^{-6}$，平均品位为 $3.14\times10^{-6}$，银最高品位 $1285\times10^{-6}$，平均品位 $286.65\times10^{-6}$。

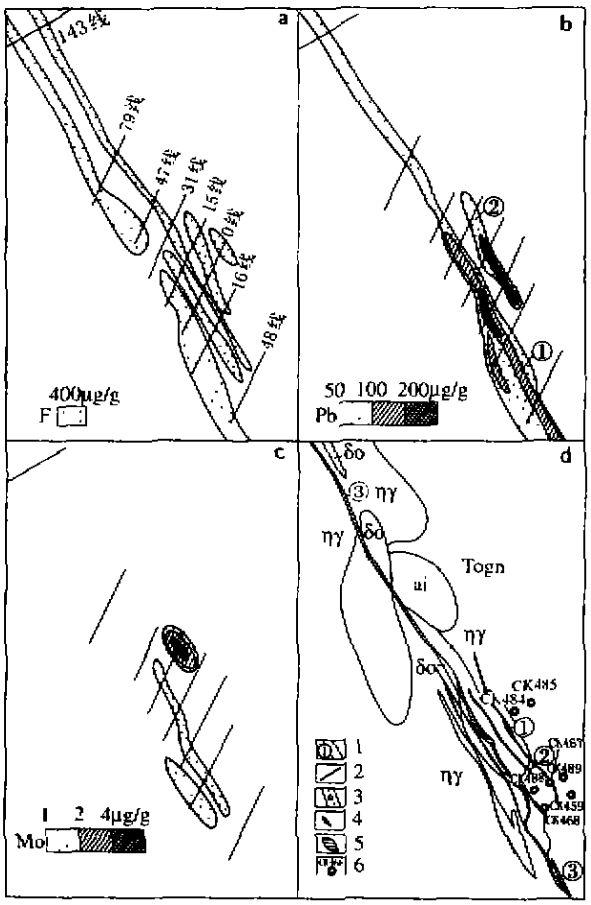


图 3 新立屯地区土壤测量 F、Pb、Mo 异常图

ai—斜长角闪岩；Togn—英云闪长质片麻岩带；ηγ—变质二长花岗岩；δσ—石 英闪长岩；1—矿化蚀变带及编号；2—断层；3—破碎带；4—金矿体；5—银矿体；6—钻孔位置及编号

②号矿化蚀变带：控制长 520 m，矿化蚀变带宽 0.3 m～13.0 m，仅见金矿化体，金含量为 $0.40\times10^{-6}$～$0.64\times10^{-6}$。

③号矿化蚀变带：为主要的矿化蚀变带。地表以不等间距的探槽控制长 3300 m，矿化蚀变带宽 1.50 m～30.0 m，平均宽 7.0 m。已有探槽刻槽样分析结果金最高品位 $7.58\times10^{-6}$，含银最高品位 $66.2\times10^{-6}$。在 TC20 探槽与 K0－2 探槽之间为不连续金矿体，断续长 1000 余 m，矿体宽 0.5 m～1.3 m，平均宽 0.9 m，金平均含量为 $2.53\times10^{-6}$。

## 4 工区土壤异常的地球化学解释推断

为了对新立屯土壤异常的含矿性作出评价，需对新立屯工区的土壤异常作出进一步的解释推断。在评价新立屯土壤异常的含矿性之前，较系统地收集和研究了夹皮沟金矿田已有的地质、地球化学资料，并根据这些资料制定异常解释推断的准则。

### 4.1 土壤异常的推断解释准则

据朱太天[①]对夹皮沟地区金矿地球化学异常模式的研究，土壤异常的下列特征可用于评价土壤异常的含矿性：

1)盲矿体上方的土壤地球化学异常特征

当含金石英脉埋深几十米且含矿断裂系统已出露地表而被土壤覆盖时，其上方的土壤中能形成 Au、Ag、Ba、Pb、Cu、As、Hg、F、I 元素的异常，其中 Au、Ag、Pb、Cu 元素只有较弱的低缓异常，但 Ba、As、Hg、F、I 元素形成明显的异常。

2)夹皮沟金矿田中金矿床原生异常的分带序列

对夹皮沟金矿田金矿床原生晕研究表明，夹皮沟地区金矿床的元素垂直分带序列为：(Hg、As)—Sb—F—Pb—Ag—Cu—Au—Co—Mn—Ni—Mo。

其中(Hg、As)—Sb—F 为矿体顶部或矿上元素；Pb—Ag 为矿体上部元素；Cu—Au—Co 为矿体中部元素；Mn—Ni—Mo 为矿体下部或矿下元素。

3)夹皮沟金矿田中金矿床的空间分布规律

多年的开采和研究表明，夹皮沟金矿田中金矿床主要以盲矿体的形式赋存在三道沟组的绿片岩系中，矿体头部一般距现代地表 50 m～250 m 左右，矿石品位一般是上贫下富。矿体沿 NW 向韧性剪切带分布，产状近于直立，矿体延深一般大于延长，且有数个成矿标高梯段。矿体在平面上和剖面上都呈侧立式排列，复合分枝、尖灭再现的规律。夹皮沟金矿田中最大的三道沟金矿床的开采表明，一个成矿梯段的延深约为 200 m～240 m 左右。

4)矿体前缘晕的规模及已经证实的成功预测

据朱太天(1987)对三道岔金矿床的原生晕研究，夹皮沟金矿田中金矿床的前缘元素 Hg、F 的原生异常规模一般距矿体头部 400 m，经自然剥蚀后，

① 朱太天．夹皮沟金矿田地球化学异常模式及外围预测研究报告，1987

维普资讯 http://www.cqvip.com



在现代地表条件下，Hg、F的原生异常距矿体头部一般为200 m左右，并根据三道岔金矿床0 m～380 m标高的Hg、F原生晕成功地预测出500 m～605 m标高的第二个成矿梯段(图4)。根据425 m～470 m标高的Hg、F原生晕预测在800 m中段将出现第3个成矿梯段，现正在验证之中。

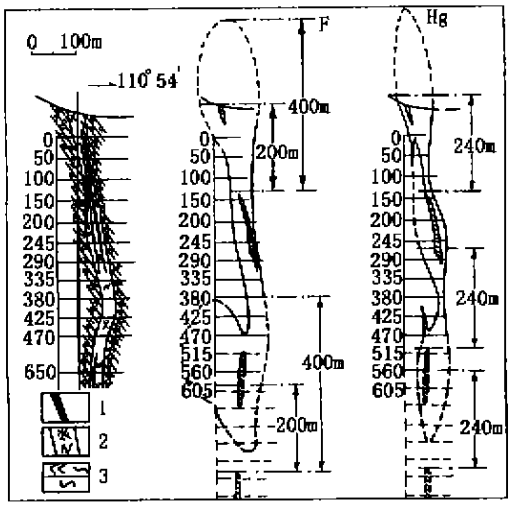


图4　夹皮沟金矿田三道岔金矿床F、Hg异常模式图
(据朱太天，1987修改)
1—含金石英脉；2—蚀变破碎带；3—斜长角闪片麻岩

### 4.2　新立屯工区土壤异常含矿性的地球化学评价

根据夹皮沟地区金矿床的上述地球化学异常模式及地质控矿特点，新立屯工区东带48线至47线的金异常地段，金的异常形态具有夹皮沟金矿体复合分枝、尖灭再现的分布规律。同时发育有Hg、Sb前缘元素及Ag、Pb指示元素的异常，表明该地区是一个寻找金、银矿床的有利地段。从①、②号金异常带的异常强度来看，金异常带虽然具有明显的异常浓度分带，但异常强度不强，而在相应地段却发育有异常强度大、浓度分带清晰的Hg、Sb前缘元素及Ag、Pb等近矿指示元素的低缓异常，这表明虽然在该异常带的局部地段已发现一些够品位的矿体，但这些已够工业品位的矿体可能是一些小矿脉，其主矿体应是盲矿体。根据夹皮沟金矿田三道岔金矿床的原生晕分布规律来看，金矿床的前缘元素F、Hg、Sb在矿床形成过程中，在矿体上方可形成远离矿体头部约400 m的原生异常，而在现代地表条件下，F、Hg、Sb的异常遭到一定程度的剥蚀，具体到三道岔金矿床中表现为F、Hg、Sb距金矿体头部还有240 m左右，Ag、Pb异常浓集中心距主矿体的头部距离为50 m～100 m。新立屯工区异常地段与三道岔金矿床相比，Hg、Sb异常强度比三道岔金矿床强，F异常较三道岔弱，Ag、Pb异常较三道岔强，但异常高浓度带的规模不大，表明现代地表条件下，Ag、Pb异常可能刚露头。根据夹皮沟金矿田中金矿床的元素分带序列及三道岔金矿床开采的主矿体距现代地表的实际距离(240 m)，新立屯工区异常地段的盲矿体的埋深应比三道岔金矿床主矿体距地表的距离要稍浅。而60年代初期有色604队在新立屯工区东带进行的钻孔验证资料表明，在第1勘探线CK468孔于③号矿化蚀变带斜深95 m处见到0.40 m、品位为$3.1\times10^{-6}$的金矿体，在第5勘探线CK488孔于③号矿化蚀变带斜深100 m处见到0.66 m、品位为$3.40\times10^{-6}$的金矿体，在第21勘探线CK466孔于①号矿化蚀变带斜深86 m和98 m处分别见到0.40 m和0.67 m的金矿体，品位分别为$3.30\times10^{-6}$和$5.6\times10^{-6}$。这一方面已表明目前所发现的①、②金异常带及相对应的①、③号矿化蚀变带具有找矿远景，另一方面也说明这些钻孔所见的金矿体可能是主矿体的头部或是主矿体上侧呈斜列式产出的小矿体。据此推测新立屯工区异常地段盲矿体的埋深应在距地表100 m～150 m之间能见到主矿体。然而，作为一种贫硫化物石英脉型金矿脉，由于其脉宽通常在1 m左右，如具工业开采规模，则矿体延长和延深均应达到150 m左右，因此预计钻孔在150 m～200 m孔段，可打到主矿体的中上部分。

## 5　结论

1)通过土壤测量，在新立屯工区发现两个Au、Ag、Hg、Sb、F、Pb、Mo元素相互叠置的异常带，其中47线以南的①、②号金异常带的高浓度带分布范围是新立屯工区寻找金、银矿体的最有利地段。相应的地质观察和槽探揭露表明：①号金异常带在空间分布上与③号金矿化蚀变带分布基本吻合；②号金异常带与①、②号金矿化蚀变带基本一致。

2)通过对①号矿化蚀变带探槽和浅井揭露，已控制金矿化蚀变带长750 m，矿化蚀变带宽0.20 m～0.50 m，矿体控制长度达160 m，宽度0.20 m～1.20 m，金最高品位$29.60\times10^{-6}$，平均品位$3.14\times10^{-6}$；银最高品位$1258\times10^{-6}$，平均品位$286.5\times10^{-6}$。通过对③号金矿化蚀变带初步槽探揭露发现，③号金矿化蚀变带是该地区主矿化带，地表控制长度达3300 m，蚀变带宽1.50 m～30.0 m之间，金最高品位$7.58\times10^{-6}$，平均品位$2.53\times10^{-6}$；银最高品位$66.2\times10^{-6}$，地表金矿体不连续，断续长达1000余m，宽0.50 m～1.30 m。

〔下转第66页〕

维普资讯 http://www.cqvip.com



## 5 结论

通过理论模型和实例计算说明：

1)正则化线性规划法其方法理论正确，软件使用效果好，稳定性较高，已达到实用程度。

2)通过模型反演比较、曲面直接反演优于平面反演。

3)本方法可同时适用重力场和磁场反演。

参考文献


1 刁在筠.第一类弗雷德霍姆积分方程的线性规划解法.高等学校数值计算数学学报,1987,(4)

2 刘 展,等.利用线性规划法求重、磁场源分布.物探化探计算技术,1992,(4)

3 曾华霖,等.重磁勘探反演问题.石油工业出版社,1991


## A METHOD OF REGULARIZED LINEAR PROGRAMMING APPLYING TO DIRECTLY INVERSION OF POTENTIAL FIELDS ON A CURVED SURFACE

Liu Zhan, Wang Wanyin

A method of regularized programming for directly inversion of gravity and magnetic fields on curved surface is discussed. Mean while, the model equation, solving process and relevant technical scheme are also presented. According to the results of a lot of theoretical modelling, the feasibility of the method can be testified. Last, the application in a mining area of nickel - copper shows the method can be used to inversion of practical field data, especial on curved surface.

**Key words** linear programming, regularized, inversion objective function, constraints, potential field

第一作者简介

刘 展 男,1957 年生。1982 年毕业于成都理工学院物探系,1988 年在西安工程学院获硕士学位,现任西安工程学院信电系副教授,在职攻读工程地质博士学位。主要从事地球物理及工程地质学的科研和教学工作。

通讯地址:陕西省西安市 西安工程学院信电系 邮政编码:710054

(上接第 61 页)

3)通过对土壤异常的推断解释,认为①、②号金异常带的局部地段虽已发现一些够品位的矿体,但这些已够工业品位的矿体可能是一些小矿脉,其主矿体应是盲矿体。通过与夹皮沟金矿田的三道岔金矿床地球化学异常模式的比较研究,推测新立屯工区异常地段的盲矿体的埋深应在距地表 100 m ~ 200 m 之间,并预计钻孔在 150 m ~ 200 m 孔段,可打到主矿体的中上部分。

参考文献


1 孟繁文.吉林省夹皮沟金矿田水系沉积物地球化学异常特征.吉林地质科技情报,1990(3):12 ~ 17


## GEOCHEMICAL EVALUATION ON GOLD ANOMALY OF THE XINLITUN AREA IN THE JIAPIGOU METALLOGENIC BELT, JILIN

Cheng Hangxin, Su Wenli, Li Yinggui, Shi Changyi

The soil survey was carried out in the Xinlitun area to trace and evaluate the Au anomaly of the 1:50000 stream sediment survey. The three anomaly belts of Au, Ag, Sb, F, Pb and Sn were delineated. The geological investigation and trenching engineering indicate that the three anomaly belts correspond to the two gold mineralization belts. The gold orebodies have been found. These anomalies are the reflects of concealed gold orebodies which are 100 to 200 m deep. The upper and middle part of the gold orebodies are expected to be intersected by drills at depth of 150 m to 200 m.

**Key words** gold anomaly, geochemical evaluation, Xilintun

第一作者简介.

成杭新 男,1964 年生。1987 年毕业于长春地质学院岩化系找矿地球化学专业,1994 年在地质矿产部地球物理地球化学研究所获应用地球化学硕士学位。现为国土资源部地球物理地球化学勘查研究所高级工程师。主要从事地球化学勘查科研工作。

通讯地址:河北省廊坊市金光道 84 号 国土资源部地球物理地球化学勘查研究所化探方法室 邮政编码:065000